

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-4150

(43) 公開日 平成11年(1999)1月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 03 K 17/08  
H 02 M 1/00  
1/08  
7/48

識別記号

F I	
H 03 K 17/08	Z
H 02 M 1/00	L
1/08	A
7/48	M

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全10頁)

(21) 出願番号 特願平9-153158

(22) 出願日 平成9年(1997)6月11日

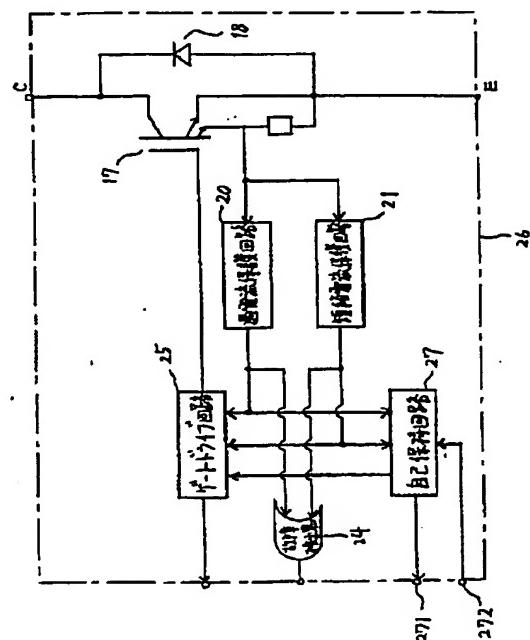
(71) 出願人 000003078  
株式会社東芝  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地  
(72) 発明者 平田 昭生  
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中工場内  
(74) 代理人 弁理士 外川 英明

(54) 【発明の名称】 半導体装置とこの半導体装置を用いた電力変換装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、運転信頼性を向上させることができる半導体装置と、この半導体装置を用いた電力変換装置を提供する。

【解決手段】 本発明は、IGBT素子17に流れる電流要素に関連した自己保護手段として、過電流保護回路20や短絡電流保護回路21を設け、これらが動作した時には、ゲートドライブ回路25よりIGBT素子17に供給するゲート制御信号を停止させて保護動作を行なうとともに、自己保持回路27に動作信号を供給する。そして、自己保持回路27はリセット信号端子272の入力信号によってリセットされるまで自己保護手段の動作した保護動作を自己保持して、自己保持期間中はゲートドライブ回路25にも信号を与える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 チップと、このチップを駆動制御する駆動回路とを有する半導体装置において、電流要素に対応した保護動作を行なう自己保護手段と、この自己保護手段が動作した時にその保護動作を保持する自己保持手段と、外部信号により前記自己保持手段の保護動作保持をリセットするリセット手段とを具備したことを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 チップと、このチップを駆動制御する駆動回路とを有する半導体装置において、電流要素に対応した保護動作を行なう自己保護手段と、この自己保護手段が動作した時にその保護動作を保持する自己保持手段と、前記自己保護手段の所定の動作回数或いは所定の動作時間幅以内では内部信号、前記自己保護手段の所定の動作回数或いは所定の動作時間幅を越える動作に対しては外部信号により、前記自己保持手段の保護動作保持をリセットするリセット手段とを具備したことを特徴とする半導体装置。

【請求項3】 並列接続した複数個のチップと、このチップを駆動制御する駆動回路とを有する半導体装置において、前記並列接続されるチップの所定の並列単位で複数個設けられ、電流要素に対応した保護動作を行なう自己保護手段を具備したことを特徴とする半導体装置。

【請求項4】 並列接続した複数個のチップと、このチップを駆動制御する駆動回路とを有する半導体装置において、前記並列接続されるチップの所定の並列単位で複数個設けられ、電流要素に対応した保護動作を行なう自己保護手段と、この自己保護手段が動作した時にその保護動作を保持する自己保持手段と、外部信号により前記自己保持手段の保護動作保持をリセットするリセット手段とを具備したことを特徴とする半導体装置。

【請求項5】 並列接続した複数個のチップと、このチップを駆動制御する駆動回路とを有する半導体装置において、前記並列接続されるチップの所定の並列単位で複数個設けられ、電流要素に対応した保護動作を行なう自己保護手段と、この自己保護手段が動作した時にその保護動作を保持する自己保持手段と、前記自己保護手段の所定の動作回数或いは所定の動作時間幅以内では内部信号、前記所定の動作回数或いは所定の動作時間幅を越える動作に対しては外部信号により、前記自己保持手段の保護動作保持をリセットするリセット手段とを具備したことを特徴とする半導体装置。

【請求項6】 前記自己保護手段の保護動作に伴ない前記自己保持手段が動作している期間には、所定のチップに対し、前記駆動回路から信号を供給しないようにしたことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項7】 請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の半導体装置を適用し、少なくとも所定の半導体装置で自己保護手段が動作した場合、動作した自己保護手段に

対応した自己保持手段を作動させ、自己保護手段が動作しなかった半導体装置を使用して運転を継続することを特徴とする電力変換装置。

【請求項8】 動作している前記自己保持手段を監視検出する監視検出手段と、この監視検出手段からの検出信号に応じて、電流制限レベルを可変する可変制御手段とを具備したことを特徴とする請求項7記載の電力変換装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電流要素に対応した保護動作を行なう半導体装置と、この半導体装置を用いた電力変換装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】複数個の半導体装置を等価的に並列接続して構成する電力変換装置としては種々の方式が公知であるが、その代表例として良く知られているPWMインバータ装置を図9に示す。図9は既に汎用インバータ装置などに多く使用される電力変換装置である。

【0003】図9に示す電力変換装置において、11は入力交流電源端子、12は整流器、13は直流フィルタコンデンサ、14は3相PWMインバータ、15はインバータを構成するスイッチング素子、16は負荷である。図9の電力変換装置では、入力交流電源端子11より交流電力を入力し、整流器12でこれを直流電流に変換して、直流フィルタコンデンサ13で平滑化する。平滑化された直流電力は6個のスイッチング素子15で構成される3相PWMインバータ14で任意の周波数の交流電力を変換して、負荷16を駆動する。

【0004】図9の電力変換装置は3相PWMインバータ14で任意の周波数の交流電力が得られるために、PWMインバータ装置として広く普及している。図9の構成において、負荷16の容量が一般に100kVA以下の領域は、スイッチング素子15は1個の半導体装置が電流定格的に適用できるが、これを越える装置容量領域では、電流容量的に半導体装置を並列接続して構成するのが一般的である。

【0005】図10にスイッチング素子15を半導体装置を並列接続して構成する例を示す。図10において、17は半導体装置としてのIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)素子、18はIGBT素子17に逆並列接続されたダイオードである。

【0006】図9において、電力変換装置容量が500～600kVAとすると、スイッチング素子15は、図10に示すように、電流定格的にIGBT素子17は、6個並列接続される。

【0007】図9及び図10に示すように、高速スイッチング動作が可能な最近の半導体装置であるIGBT素子やMOSFET素子は容量の大きな電力変換装置を構成する場合に、スイッチング素子15に半導体装置を並

列接続して使用するのが一般的であり、既にPWMインバータ装置だけではなく種々の電力変換装置に適用されている。

【0008】半導体装置としてIGBT素子17を例にとると、IGBT素子17とダイオード18は、1つのパッケージに複数個づつ並列接続して収納され、IGBTモジュールと呼ばれるパッケージで使用される。従って、図10に示すような構成の場合には6個のIGBTモジュールを並列接続して構成することになるが、ここでは、IGBT素子17とダイオード18を分離して図示する。

【0009】他方、定格電流が300～600A程度のIGBTモジュールの故障率は、種々の適用回路によって細かくは違ってくるが、一般的には50～100fit程度である。従って、スイッチング素子15として、図10に示したIGBTモジュールを6個並列接続して使用すると、この時のスイッチング素子15の故障率は300～600fitとなる。

【0010】スイッチング素子15に、従来より使用されているGTO(Gate Turn-Off Thyristor)素子を電力用半導体装置として適用するような場合には、GTO素子は1個の電力用半導体装置で大電流定格のものが製作されているから、装置容量が500～600kVAであってもスイッチング素子15は1個のGTO素子で構成できる。このようなGTO素子など大電流定格の電力用半導体装置の故障率も一般的に100fit以下程度である。

【0011】GTO素子に比較して、最近の電力用半導体装置であるIGBT素子やMOSFET素子を使用すると、高速スイッチング動作ができるため、負荷16にきれいな交流電力を供給することができ、全体システムの運転効率の向上や、負荷16の騒音低減ができるなどの多くの長所が得られることが知られている。

【0012】しかし、上述するように、新しい電力用半導体装置であるIGBT素子17やMOSFET素子は定格電流が小さいから、電力変換装置の容量に合せて並列接続して使用する必要があり、図10に示すように、6個のIGBT素子17を並列接続してスイッチング素子14を構成する場合には、従来に比較して故障率が3～6倍に増加することになる。また、この故障率の増加は電力変換装置の容量が増加すればするほど大きくなる問題がある。即ち新しい電力用半導体装置を電力変換装置に適用すると、運転信頼性が低下する傾向にあった。

【0013】一方、本発明に関連する自己保護手段を有する電力用半導体装置としては、IPM(インテリジェント・パワー・モジュール:Intelligent Power Module)が知られている。

【0014】IGBT素子17を電力用半導体装置として使用したIPMの構成回路を図11に示す。図11において、19がIPM、20が過電流保護回路、21が

短絡保護回路、22が制御電源電圧低下保護回路、23が加熱保護回路、24が故障検出器、25がゲートドライブ回路である。IPM19の詳細動作については、例えば「トランジスタ技術SPECIAL NO. 54特集「実践パワーエレクトロニクス入門」P92～P102CQ出版社」などの種々の文献で詳細が述べられている。

【0015】IPM19では内部の保護回路が動作すると、ゲートドライブ回路25よりIGBT素子17に供給するゲート制御信号を停止させ、この間に故障検出器24の故障検出信号によって電力変換装置を停止させるとか、IGBT素子17がノイズなどにより誤点弧した時には、過電流保護回路20か短絡保護回路21を動作させてゲート制御信号をタイマー設定時間だけ停止させて、再びタイマー設定時間後にはIPM19を通電させるように動作する。

【0016】IPM19の内部では、電力用半導体装置としてIGBT素子が並列接続して使用されており、前記するノイズなどによる誤点弧などの一過性の異常に対しては、電力変換装置は運転を継続することができるが、並列接続されたIGBT素子のどれかが過電流要因などで破損すると故障検出器24よりの故障検出信号によって電力変換装置を停止させなければならない。

【0017】従ってIPM19を使用しても、IGBT素子17の保護信頼性は向上するが、上述するように、本質的な故障率は50～100fitであり、IPM19を使用した電力変換装置であっても運転信頼性を向上させることができなかった。

【0018】【発明が解決しようとする課題】以上概説したように、最近の電力変換装置では、高速スイッチング動作ができるIGBT素子やMOSFET素子などの電力用半導体装置を使用して、3相PWMインバータの例では、高速スイッチングによるPWM制御で、負荷に高調波成分の少ないきれいな交流電力を供給して運転することができる。

【0019】これらの高速スイッチング動作ができるパワーデバイスは、定格電流が300～600A程度が上限で、例えば装置定格が500～600kVAの場合には、IGBT素子を6個並列接続して1個のスイッチング素子を構成する必要があった。

【0020】電力変換装置の電流定格や電気性能の面では、IGBT素子を6個並列接続してスイッチング素子を構成しても充分に機能を満足できており、3相PWMインバータなどが数多く製作されている。

【0021】しかしながら、電力変換装置の運転信頼性の面では、スイッチング素子15を1個の電力用半導体装置で構成した場合と比較して、1つのスイッチング素子を複数個のIGBT素子17で構成するため、1個のスイッチング素子15と比較して、故障率が3～6倍増

加する問題があった。

【0022】3相PWMインバータ14は、上記する高速スイッチング動作できるIGBT素子やMOSFET素子の出現によって、適用分野が拡大し、今日ではあらゆる分野に適用されるようになっているが、スイッチング素子を構成する電力用半導体装置の並列接続数の増加によって運転信頼性が大容量装置では低下する可能性があった。

【0023】スイッチング素子にIPMを並列接続して適用しても、IPM内部のIGBT素子が破損すると、電力変換装置は運転停止をさせなければならず、大幅な運転信頼性の向上が実現できなかった。

【0024】最近の3相PWMインバータ装置などの電力変換装置は、単独の装置として運転停止が行われる用途よりも、全体のシステムの中に組込まれて運転される用途が増加している。このような用途では、3相PWMインバータ装置が数十台から数百台使用されており、1台でも装置故障で停止すると、システム全体の運転を停止しなければならない例が増加している。このため、上記するようなシステムの中に適用される3相PWMインバータ装置などの電力変換装置は、万一故障停止すると非常に大きな被害をシステム全体で発生するから、運転を如何に継続させてシステムの稼働率をどう向上させるかが、高速スイッチング動作できる電力用半導体装置の出現とともに大きな技術課題となってきている。従って、本発明は、運転信頼性を向上させることができる半導体装置と、この半導体装置を用いた電力変換装置を提供することを目的とする。

#### 【0025】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1記載の発明は、チップと、このチップを駆動制御する駆動回路とを有する半導体装置において、電流要素に対応した保護動作を行なう自己保護手段と、この自己保護手段が動作した時にその保護動作を保持する自己保持手段と、外部信号により上記自己保持手段の保護動作保持をリセットするリセット手段とを備えたことを特徴とする。

【0026】従って、自己保護手段が動作すると自己保持手段によりその保護動作が保持され、外部信号によってその保護動作保持がリセットされるため、どの自己保護手段が動作したかなどの判別が可能であり、この判別によって応用装置での保守を容易にするなど運転信頼性を向上できる。

【0027】請求項2記載の発明は、チップと、このチップを駆動制御する駆動回路とを有する半導体装置において、電流要素に対応した保護動作を行なう自己保護手段と、この自己保護手段が動作した時にその保護動作を保持する自己保持手段と、上記自己保護手段の所定の動作回数或いは所定の動作時間幅以内では内部信号、上記所定の動作回数或いは所定の動作時間幅を越える動作に対しては外部信号により、上記自己保持手段の保護動作保持をリセットするリセット手段とを備えたことを特徴とする。

を越える動作に対しては外部信号により、上記自己保持手段の保護動作保持をリセットするリセット手段とを備えたことを特徴とする。

【0028】従って、短期間の駆動制御回路からの出力信号のノイズ混入によるチップの誤点弧などが発生しても、一過性の事象の場合には自己保持手段の不要動作を阻止できるとともに、自己保持手段が動作すべき事象に対しては、どのチップが異常かどうかの判別ができるなど運転信頼性を向上できる。

10 【0029】また、請求項3記載の発明は、並列接続した複数個のチップと、このチップを駆動制御する駆動回路とを有する半導体装置において、上記並列接続されるチップの所定の並列単位で複数個設けられ、電流要素に対応した保護動作を行なう自己保護手段を備えたことを特徴とする。

【0030】従って、半導体装置内部で並列接続された複数個のチップは、電流要素に関連して瞬時に同時に破損することは非常に確率的に少なく、一部のチップが劣化することが多い。よって、半導体装置内部に自己保護手段を複数個設け、きめ細かい保護を行なうことによって、半導体装置内部の全てのチップへ破損などの劣化が波及するのを軽減することができる。

20 【0031】更に、請求項4記載の発明は、並列接続した複数個のチップと、このチップを駆動制御する駆動回路とを有する半導体装置において、上記並列接続されるチップの所定の並列単位で複数個設けられ、電流要素に対応した保護動作を行なう自己保護手段と、この自己保護手段が動作した時にその保護動作を保持する自己保持手段と、外部信号により上記自己保持手段の保護動作保持をリセットするリセット手段とを備えたことを特徴とする。

【0032】従って、半導体装置内に複数個設けた自己保護手段にそれぞれ自己保持手段を設けることによって、半導体装置内部での劣化の波及を防止するとともに、運転信頼性を向上できる。

30 【0033】また、更に、請求項5記載の発明は、並列接続した複数個のチップと、このチップを駆動制御する駆動回路とを有する半導体装置において、上記並列接続されるチップの所定の並列単位で複数個設けられ、電流要素に対応した保護動作を行なう自己保護手段と、この自己保護手段が動作した時にその保護動作を保持する自己保持手段と、上記自己保護手段の所定の動作回数或いは所定の動作時間幅以内では内部信号、上記所定の動作回数或いは所定の動作時間幅を越える動作に対しては外部信号により、上記自己保持手段の保護動作保持をリセットするリセット手段とを備えたことを特徴とする。

40 【0034】従って、自己保護手段が動作すると自己保持手段によりその保護動作が保持され、外部信号によってその保護動作保持がリセットされるため、どの自己保護手段が動作したかなどの判別が可能であり、この判別

によって応用装置での保守を容易にするなど運転信頼性を向上できる。

【0035】請求項6記載の発明は、上記自己保護手段の保護動作に伴ない上記自己保持手段が動作している期間には、所定のチップに対し、上記駆動回路から信号を供給しないようにしたことを特徴とする。

【0036】従って、自己保護手段が動作して自己保持手段が保持しているチップの所定の並列単位に対して、駆動制御手段からの出力信号を停止させることによって、並列接続された他の健全なチップの並列単位に対しての駆動制御手段からの出力信号に影響を与えないようにし、運転信頼性を向上できる。

【0037】また、請求項7記載の発明は、電力変換装置において、請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の半導体装置を適用し、少なくとも所定の半導体装置で自己保護手段が動作した場合、動作した自己保護手段に対応した自己保持手段を作動させ、自己保護手段が動作しなかった半導体装置を使用して運転を継続することを特徴とする。

【0038】従って、従来半導体装置或いはチップの劣化に伴なう電力変換装置の故障停止に対して、故障停止の頻度を大幅に軽減させて運転信頼性を大幅に向うことができる。更に、請求項8記載の発明は、電力変換装置において、動作している自己保持手段を監視検出する監視検出手段と、この監視検出手段からの検出信号に応じて、電流制限レベルを可変する可変制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0039】従って、自己保持手段を監視し、自己保持手段が動作した個数を判別して、自己保持手段の動作個数に対応して、電力変換装置の電流を制限することによって、自己保持手段が動作している半導体装置と並列接続された他の健全な半導体装置の電流負担を軽減させて、電力変換装置として運転を継続できるので、運転信頼性を一層向上することができる。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

(第1の実施の形態) 本発明の第1の実施の形態を図1を用いて説明する。尚、図1において、図1の回路構成要素と同一番号を付した回路構成要素は同一機能を有する。

【0041】図1において、26は半導体装置であるIPM、27は自己保持回路、271は自己保持回路の出力信号端子、272は自己保持回路のリセット信号端子である。

【0042】IGBT素子17に流れる電流要素に関連した自己保護手段として、過電流保護回路20や短絡電流保護回路21を設け、これらが動作した時には、ゲートドライブ回路25よりIGBT素子17に供給するゲート制御信号を停止させて保護動作を行なうとともに、

自己保持回路27に動作信号を供給する。故障検出器24では、これらの保護回路の動作を検出させても良く、または自己保持回路27の出力信号端子271の信号を使用しても良い。自己保持回路27はリセット信号端子272の入力信号によってリセットされるまで自己保持回路の動作した保護動作を自己保持して、自己保持期間中はゲートドライブ回路にも信号を与える。

【0043】図1での電流要素に関連した自己保護手段としての過電流保護回路20や短絡電流保護回路21の動作と自己保持回路の動作との関連を図2および図3で説明する。

【0044】図2において(a)はゲートドライブ回路25を介してIGBT素子17に供給されるゲート制御信号、(b)は短絡電流保護回路21の保護出力信号、(c)は自己保持回路27の出力信号、(d)はリセット信号端子272より自己保持回路27に与えられるリセット信号を示す。

【0045】図2において、時刻t1までIGBT素子17がゲート制御信号を受けて正常動作していて、時刻t1で短絡電流保護回路21が動作すると、保護回路動作とともに自己保持回路27も動作して自己保持を継続して、時刻t2でリセット信号端子272よりリセット信号を供給することによって、自己保持回路がリセットされ、ゲート制御信号も正常にIGBT素子17に供給されるようになる。このように図1に図示する半導体装置であるIPM26は自己保護回路の動作を自己保持回路27によって、IPM26の外部よりリセット信号を供給するまで、自己保持させることができる。

【0046】他方、図3においては、(a)はゲートドライブ回路25を介してIGBT素子17に供給されるゲート制御信号、(b)は短絡電流保護回路21の保護出力信号、(c)は自己保持回路27の出力信号である。図2では、短絡電流保護回路21の保護出力信号の発生とともに自己保持回路27が自己保持動作したが、図3では保護出力信号の発生が所定の複数回動作するまで、あるいは保護出力信号の発生している時間幅が所定値以上となるまで待って、時刻t6で自己保持回路27が自己保持を行なって、自己保持を継続する。

【0047】図3に示すように、作動する図1に図示する半導体装置であるIPM26は、ゲート制御信号へのノイズの混入などによる一過性のIGBT素子17の誤点弧に対しては自己保護を行なうのみで、これらのくり返しなどによるIGBT素子17の劣化など本来の自己保護すべき時刻t6以降の事象に対しては自己保持回路27を作動させて、IPM26の外部よりリセット信号を供給するまで、自己保持させることができる。

【0048】(第2の実施の形態) 本発明の第2の実施の形態について、図4を用いて説明する。図4において、28はゲートドライブ回路、29はゲート抵抗器、273は自己保持回路の出力信号端子で、その他の回路

構成要素は図1や図11で説明した回路構成要素を同一の回路構成素子として作用する。

【0049】半導体装置であるIPM26では、デバイスのパッケージ内にチップとしてのIGBT素子17を4個、ダイオード4個を等価的に並列接続した場合を示している。パッケージ内に並列接続するチップの数を特に限定するものではないが、例として図示するIGBT素子17は4個収納して、2個づつを並列接続して、ゲートドライブ回路28よりゲート抵抗器29を介して共通のゲート制御信号を供給し、この単位を2組等価的にパッケージ内で並列接続して、IGBT素子17の4個並列を構成している。共通のゲートドライブ回路28により制御される並列接続単位で、電流要素に関連した自己保護機能として、過電流保護回路20や短絡電流保護回路21を設ける。

【0050】半導体装置のパッケージ内で、等価的に並列接続するチップの数を特に限定するものではなく、並列接続された所定の並列接続単位ごとに自己保護機能を設けることによって、チップが劣化した並列接続単位のみを自己保護動作させることができる。

【0051】また並列接続単位ごとに自己保持回路27を半導体装置のパッケージ内に図4に示すように複数個設けることによって、半導体装置のパッケージ内のチップ全部が同時に劣化する確率は低いから、自己保護動作した並列接続単位のみを自己保持動作させて、他の並列接続単位はゲートドライブ回路28より正常にゲート制御信号を供給して、半導体装置としてのスイッチング動作を継続させることができる。このようにIPM26を運転継続させていても、自己保持回路27のそれぞれの出力信号端子271や273の出力信号によって、自己保持回路27の動作状態は判別することができる。

【0052】ゲートドライブ回路28は、自己保護動作したIGBT素子17でゲート端子が劣化のために低インピーダンスの入力インピーダンスになってしまい可能がIGBT素子17等のMOSゲート構造の半導体装置では高い。このようにゲート端子が低インピーダンスとなってしまうと、ゲートドライブ回路28の入力側の信号レベルに影響を与えて、自己保護動作していないIGBT素子17の他の並列接続単位のゲート制御信号を低下させるなどの影響が出るのを防止する必要がある。このため自己保護動作した並列接続単位の自己保持回路27が自己保持している期間は、対応するゲートドライブ回路28からゲート制御信号を供給しないようにゲートドライブ回路28にスイッチ機能を設けることができる。これによって健全な並列接続単位、あるいは外部的に並列接続された健全なIPM26のゲート制御信号に外乱を与えることなく、自己保持させておくことができる。ゲートドライブ回路28のスイッチ機能を動作させて、ゲート制御信号を供給しないようにした並列接続単位は、この期間だけIGBT素子17のゲート端子とエ

10 シッタ端子が等価的に短絡されるように、ゲートドライブ回路28で操作しても良い。

【0053】(第3の実施の形態)本発明の第3の実施の形態について、図5を用いて説明する。図5は、従来技術を示す図9に対応するものであり、スイッチング素子15として半導体装置であるIPM26を適用した場合の回路構成を示している。

【0054】図5において、30は自己保護監視回路、31は制御回路である。スイッチング素子15を構成するIPM26の内部で、自己保護手段が動作して自己保持手段が作動すると、これを自己保護監視回路30で検出して、制御回路31に伝達する。しかし、制御回路31は所定の自己保持手段の作動範囲までは、ゲート制御信号をスイッチング素子15(IPM26)に与え続けるように動作するから、半導体装置を用いた電力変換装置として運転を継続することができる。

【0055】従って、従来の電力変換装置の如く、チップが1個でも劣化すると、すぐに電力変換装置が停止するのに比較して、大幅に電力変換装置の運転信頼性を向上させることができる。

【0056】(第4の実施の形態)本発明の第4の実施の形態について、図6を用いて説明する。図6は、図5に示したスイッチング素子15を、半導体装置であるIPM26を3個並列接続して、構成する場合の回路構成で、半導体装置を並列接続して1個のスイッチング素子15と等価に動作させることができる。

【0057】図6に示すように、IPM26を並列接続して、図5に示すような電力変換装置のスイッチング素子15として適用しても、並列接続されたIPM26の30内部で自己保護手段が動作して自己保持手段が作動すると、これを自己保護監視回路30で検出して、自己保持手段の動作状況を把握しながら、半導体装置を用いた電力変換装置の運転を継続することができる。

【0058】また自己保護監視回路30では、自己保持手段の動作状況を把握できているから、この自己保持手段の動作状況に対応して、制御回路31に信号を出力して、電力変換装置の電流を制限させる。

【0059】自己保持手段の動作状況に対応して、電力変換装置の電流を制限すると、他の並列接続されたIPM26の電流負担が軽減されるから、電流余裕的に運転信頼性を向上させながら、電力変換装置の運転を継続させることができる。

【0060】(第5の実施の形態)本発明の第5の実施の形態について、図7を用いて説明する。図7において、(a)は図5に示したスイッチング素子15に対応した6個のスイッチング素子15で、自己保持手段が動作している個数を示す。(b)は電力変換装置の電流の制限値を示す。また、同図において、UとX、VとY、WとZは直流母線間に直列に接続された2個ずつのスイッチング素子15の組み合せを示す。

【0061】時刻  $t_a$  までは自己保持手段の動作がないが、時刻  $t_a$  以降は上記する 2 個直列接続されたスイッチング素子 15 の 3 組の比較で、最も多い自己保持機能の動作個数を自己保持監視回路 30 で判別して制御回路 31 を介して電力変換装置の電流を制限させる。電流の制限値は時刻  $t_a$ 、 $t_b$ 、 $t_c$  で順次変更し、図 7 では時刻  $t_d$  で自己保持機能が同ースイッチング素子 15 (z) で合計 4 個作動したため電力変換装置の運転を停止させる。

【0062】このように電力変換装置のスイッチング素子 15 で、どの回路部分で自己保持手段が作動したかを判別しながら、自己保持監視回路 30 で判別しながら電力変換装置の電流を制限して運転継続させると、従来の電力変換装置に比べ、大幅に運転信頼性を向上させることができる。即ち、従来の電力変換装置は自己保持手段が 1 個でも作動すると運転停止していたが、本実施の形態では自己保持手段が合計 9 個動作するまで運転を継続することができ、この比だけ停止しない電力変換装置としての運転信頼性が向上できる。

【0063】(第6の実施の形態) 本発明の第6の実施の形態について、図 8 を用いて説明する。図 8において、(a)、(b) は図 7 と同一であるが、(c) は I PM のリセット信号端子 272 に入力する信号を示す。自己保持監視回路 30 で自己保持手段の作動状況を把握して、時刻  $t_a$  や時刻  $t_b$  で電力変換装置の電流を制限することは図 7 と同様であるが、時刻  $t_e$  で半導体装置である I PM 26 のリセット信号端子 272 に制御回路 31 よりリセット信号を入力する。

【0064】時刻  $t_e$  で I PM 26 のリセット信号端子 272 にリセット信号を入力することにより、I PM 26 自身の要因でない一時的な負荷側要因による過負荷での自己保持手段の動作などに対しては、自己保持手段の作動をリセットすることができる。自己保持手段をリセットできるとリセット信号を入力した時刻  $t_d$  以降は電力変換装置の電流の制限値を変更して、電力変換装置の運転信頼性を向上させることができる。

【0065】以上述べた第 1 乃至第 8 の実施の形態では、半導体装置として IGBT 素子 17 を使用した I PM 26 を引用したが、その種類や数などを限定するものではない。また、半導体装置内に設ける自己保護手段の種類を特に限定するものではなく、少なくとも電流要素に対応した自己保護手段であれば良く、半導体装置内に自己保護手段と自己保持手段を設ける個数を特に限定するものではない。

【0066】更に、半導体装置を用いた電力変換装置は、その回路方式や電流制限方法などを特に限定するものではない。また更に、本発明の要旨を変更しない範囲において、種々の半導体装置を応用した電力変換装置を構成することが明らかである。

【0067】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、次の効果を有する半導体装置及び半導体装置を用いた電力変換装置を提供することができる。

(1) 請求項 1 記載の発明によれば、自己保護手段が動作すると自己保持手段によりその保護動作が保持され、外部信号によってその保護動作保持がリセットされるため、どの自己保護手段が動作したかなどの判別が可能であり、この判別によって応用装置での保守を容易にするなど運転信頼性を向上できる。

10 【0068】(2) 請求項 2 記載の発明によれば、短期間の駆動制御回路からの出力信号のノイズ混入によるチップの誤点弧などが発生しても、一過性の事象の場合には自己保持手段の不要動作を阻止できるとともに、自己保持手段が動作すべき事象に対しては、どのチップが異常かどうかの判別ができるなど運転信頼性を向上できる。

【0069】(3) 請求項 3 記載の発明によれば、半導体装置内部で並列接続された複数個のチップは、電流要素に関連して瞬時に同時に破損することは非常に確率的に少なく、一部のチップが劣化することが多い。よって、半導体装置内部に自己保護手段を複数個設け、きめ細かい保護を行なうことによって、半導体装置内部の全てのチップへ破損などの劣化が波及するのを軽減することができる。

20 【0070】(4) 請求項 4 記載の発明によれば、半導体装置内に複数個設けた自己保護手段にそれぞれ自己保持手段を設けることによって、半導体装置内部での劣化の波及を防止するとともに、運転自己保持手段の保護動作保持は外部信号によってリセットされるので、どの半導体装置が自己保護手段を動作させたかの判別が容易となり、応用した電力変換装置での保守が容易になるなど運転信頼性を向上できる。

30 【0071】(5) 請求項 5 記載の発明によれば、自己保護手段が動作すると自己保持手段によりその保護動作が保持され、外部信号によってその保護動作保持がリセットされるため、どの自己保護手段が動作したかなどの判別が可能であり、この判別によって応用装置での保守を容易にするなど運転信頼性を向上できる。

40 【0072】(6) 請求項 6 記載の発明によれば、自己保護手段が動作して自己保持手段が保持しているチップの所定の並列単位に対して、駆動制御手段からの出力信号を停止させることによって、並列接続された他の健全なチップの並列単位に対しての駆動制御手段からの出力信号に影響を与えないようにし、運転信頼性を向上できる。

【0073】(7) 請求項 7 記載の発明によれば、従来半導体装置或いはチップの劣化に伴なう電力変換装置の故障停止に対して、故障停止の頻度を大幅に軽減させて運転信頼性を大幅に向上できる。

50 【0074】(8) 請求項 8 記載の発明によれば、自己

保持手段を監視し、自己保持手段が動作した個数を判別して、自己保持手段の動作個数に対応して、電力変換装置の電流を制限することによって、自己保持手段が動作している半導体装置と並列接続された他の健全な半導体装置の電流負担を軽減させて、電力変換装置として運転を継続できるので、運転信頼性を一層向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態を示す概要構成図。

【図 2】 図 1 に示した自己保護手段及び自己保持手段の動作を示す動作波形図。

【図 3】 図 1 に示した自己保護手段及び自己保持手段の動作を示す動作波形図。

【図 4】 本発明の第 2 の実施の形態を示す概要構成図。

【図 5】 本発明の第 3 の実施の形態を示す概要構成図。

【図 6】 本発明の第 4 の実施の形態における電力変\*

\* 換装置のスイッチング素子を示す概要構成図。

【図 7】 本発明の第 5 の実施の形態における電力変換装置の自己保持手段の動作と電流制限の関係図。

【図 8】 本発明の第 6 の実施の形態における電力変換装置の自己保持機能の動作と電流制限の関係図。

【図 9】 従来の電力変換装置を示す概要構成図。

【図 10】 従来の電力変換装置のスイッチング素子を示す概要構成図。

【図 11】 従来の半導体装置を示す概要構成図。

【符号の説明】

1 4 … 3 相 PWM インバータ、1 5 … スイッチング素子

1 7 … IGBT 素子、1 9 … IPM

2 0 … 過電流保護回路、2 1 … 短絡保護回路

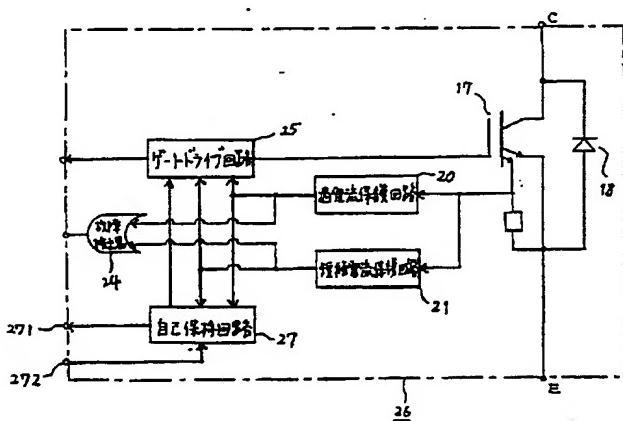
2 2 … 制御電源電圧低下保護回路、2 3 … 加熱保護回路、2 4 … 故障検出器

2 5, 2 8 … ゲートドライブ回路、2 6 … IPM、2 7

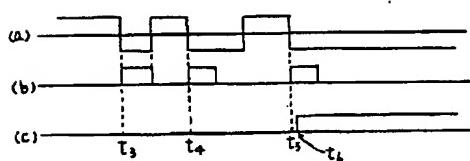
… 自己保持回路

3 0 … 自己保護監視回路、3 1 … 制御回路。

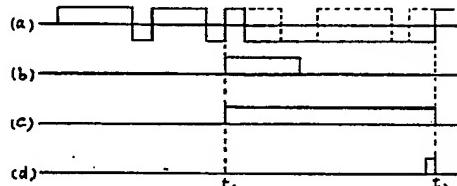
【図 1】



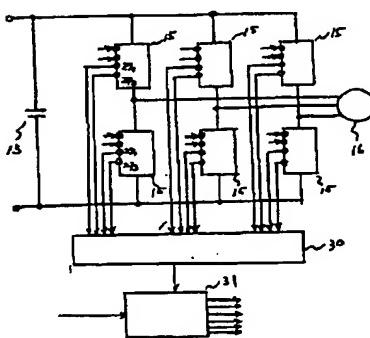
【図 3】



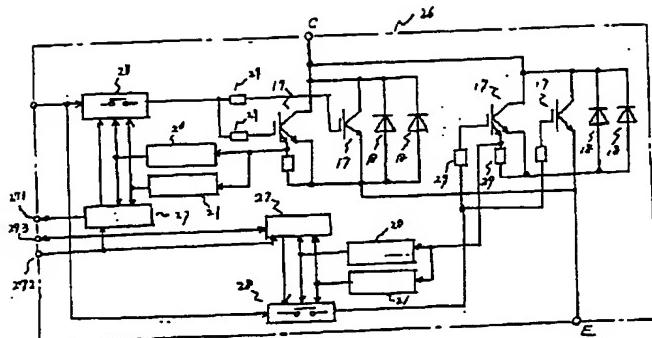
【図 2】



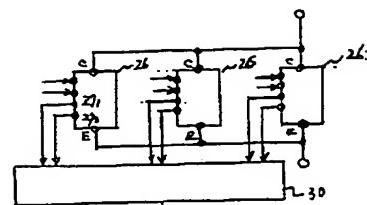
【図 5】



【図4】



【図6】

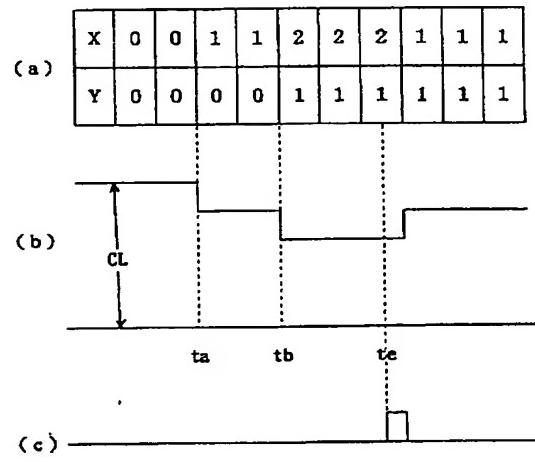


【図7】

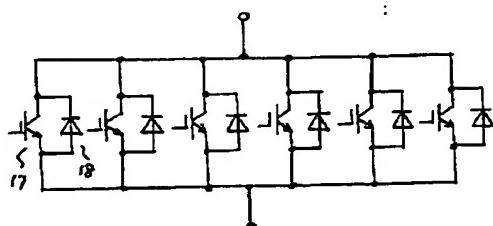
(a)	U	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2
	V	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	X	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	Y	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	Z	0	0	0	0	1	2	2	3	3	4

(b) A timing diagram showing four horizontal lines representing signals ta, tb, tc, and td. A vertical dashed line labeled CL indicates a common reference level. The signals change levels at specific times ta, tb, tc, and td.

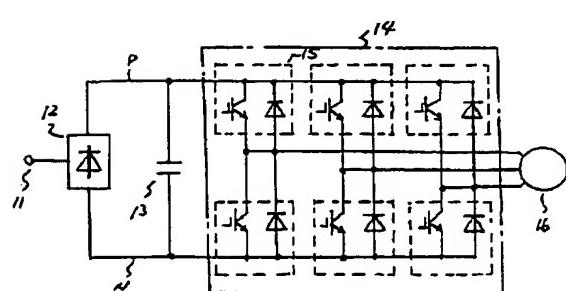
【図8】



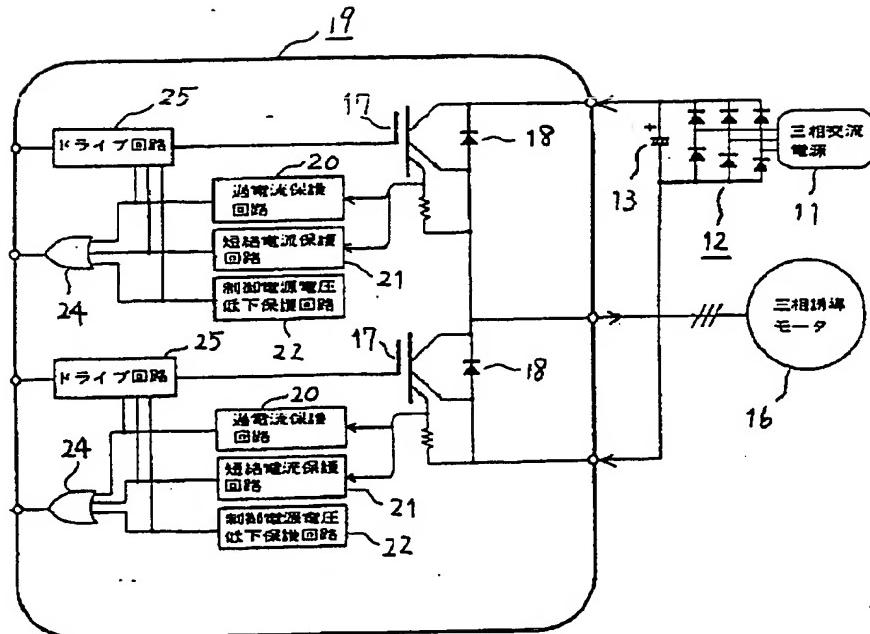
【図10】



【図9】



【図11】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**  
As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**